

トポロジカル 1 次元フォトリック結晶ナノ共振器におけるレーザ発振

Lasing oscillation in a topological one-dimensional photonic crystal nanocavity

東大ナノ量子機構¹, 東大生研², ○太田泰友¹, 勝見亮太², 渡邊克之¹, 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦^{1,2}

NanoQuine¹, IIS² Univ. of Tokyo, ○Y. Ota¹, R. Katsumi², K. Watanabe¹, S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa^{1,2}

E-mail: ota@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに 光バンドのトポロジカルな性質を制御・活用したフォトリック構造が盛んに研究されている。例えば、バンドトポロジーの異なるフォトリック結晶(PhC)を接合し、その境界面に出現するエッジモードを利用した光導波路などが議論されている[1]。近年、これらの光構造をアクティブ素子へ応用する研究も進展しており、 μm サイズの局在型/周回型トポロジカル共振器を用いた半導体マイクロレーザーが実現されている[2,3]。一方、前回我々は、1次元 PhC の接合面を利用したトポロジカル光ナノ共振器を報告した[4]。今回、同ナノ共振器と量子ドットゲインを組み合わせた系において、レーザ発振を実現したので報告する。トポロジーに着目した共振器設計により、単一モード動作を容易に得ることが可能となる。

設計・実験 図 1(a)に検討したナノ共振器の概要を示す。単位胞(格子定数 $a = 270\text{nm}$)は幅($d_1, d_2 = 0.19a, 0.31a$)の異なる 2 つの空孔を含む。単位胞の取り方を変えることでバンド反転した PhC を構成し、それらを原点で接合した構造となっている。この際、バルクエッジ対応の原理から、接合面には単一の局在モードが出現する。図 1(b)に計算により求めた共振器モードの電場分布を示す。実験では、量子ドットを含む厚み 180nm の GaAs スラブを加工して試料を作製し、低温(10K)顕微分光法により評価した(光励起、 0.5MHz 、 20ns パルス)。図 1(c)に測定した光入出力関係を示す。光出力の急激な上昇と共に、急峻な線幅の狭窄化が観測され、レーザ発振が確認できる。図 1(d)は、平均励起パワー $15\mu\text{W}$ で測定した発振スペクトルであり、単一モード動作を示している。

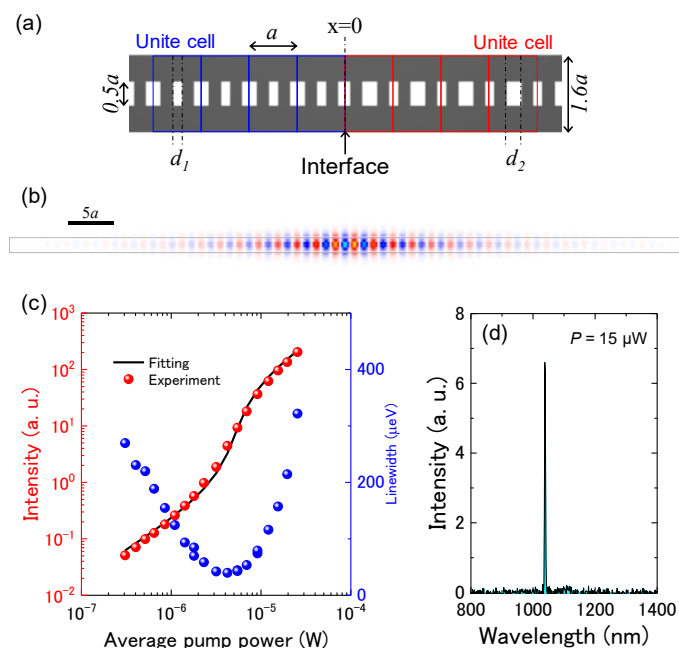


Fig. 1. (a) Schematic of the topological 1D nanocavity. (b) Simulated field profile of the cavity mode. (c) Measured output and linewidth behaviors. (d) Lasing spectrum taken at an average pump power (P) of $15\mu\text{W}$.

参考文献 [1] L. Lu et al., Nat. Photonics, 8 821 (2014). [2] B. Bahari, et al., Science **358**, 636 (2017) [3] P. St-Jean, et al., Nat. Photonics **11**, 651 (2017). [4] 太田他 前回応物 7a-A410-8 (2017). **謝辞** 有益なご議論を頂いた初貝安弘教授、金仁基氏に感謝する。本研究は科研費特別推進研究(15H05700), 同補助金(17H06138), 新学術領域研究(15H05868), JST-CREST, NEDO プログラムにより遂行された。